(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
19. Dezember 2013 (19.12.2013)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/185955 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
H02J 7/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/058053

(22) Internationales Anmeldedatum:
18. April 2013 (18.04.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 209 995.6 14. Juni 2012 (14.06.2012) DE

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: **ZIEGLER, Joerg**; Akazienweg 7, 71277 Rutesheim (DE). **PLUM, Thomas**; Obere Paulusstr. 73, 70197 Stuttgart (DE). **PREISSNER, Marcus**; Vaihinger Str. 45, 71665 Vaihingen (DE). **MAY, Johanna**; Charlottenstr. 12, 71634 Ludwigsburg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

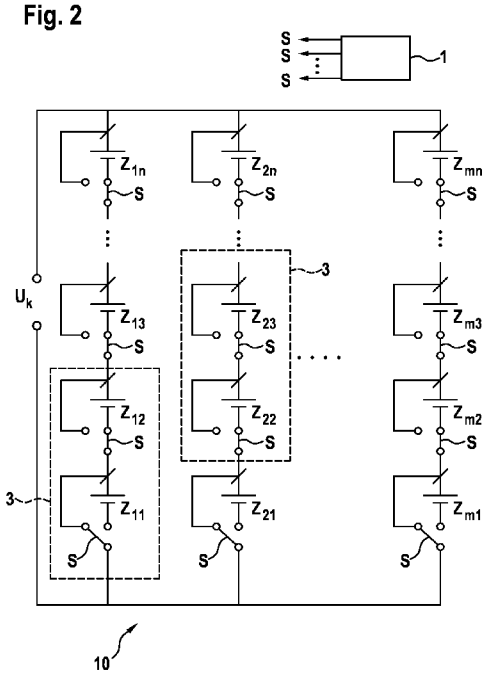
Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

(54) **Title**: SWITCHING DEVICE FOR A BATTERY AND CORRESPONDING SWITCHING METHOD

(54) **Bezeichnung** : SCHALTVORRICHTUNG FÜR EINE BATTERIE UND ENTSPRECHENDES SCHALTVERFAHREN

Fig. 2



(57) **Abstract**: The invention devises a switching device (10) for a battery (2), comprising: a control device (1); and a control switch (S); wherein, by means of the switch (S) activated by the control device (1), cells (Z) of the battery (2) can be wired to one another variably in such a way that a terminal voltage of the battery (2) is substantially independent of the state of charge of the cells (Z).

(57) **Zusammenfassung**: Die Erfindung schaffteine Schaltvorrichtung (10) für eine Batterie (2), aufweisend: -eine Steuerungseinrichtung (1); und -Schalter (S); wobei mittels der von der Steuerungseinrichtung (1) angesteuerten Schalter (S) Zellen (Z) der Batterie (2) variabel derart miteinander verschaltet werden können, dass eine Klemmenspannung der Batterie (2) im Wesentlichen unabhängig von einem Ladezustand der Zellen (Z) ist.

WO 2013/185955 A2

Beschreibung

Titel

Schaltvorrichtung für eine Batterie und entsprechendes Schaltverfahren

Die Erfindung betrifft eine Schaltvorrichtung für eine Batterie. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Verschalten von Zellen einer Batterie.

Stand der Technik

Heutzutage werden elektrische Energiespeicher in Form von Akkumulatoren (wiederaufladbare Batterien) an Gleichspannungserzeuger in unterschiedlichen elektrischen Schaltungstopologien mit eingebunden.

DE 21 2008 000 035 U1 offenbart einen Hochfrequenz-Wechselrichter zur Umwandlung einer von zumindest einem Solarmodul erzeugten Gleichspannung über zumindest einen Eingangs-DC/DC-Wandler, einen Zwischenkreis und einen Ausgangs-DC/AC-Wandler in eine Wechselspannung zur Versorgung von Verbrauchern und bzw. oder zur Einspeisung in ein Versorgungsnetz. Dabei ist der Eingangs-DC/DC-Wandler mit einer Steuervorrichtung verbunden.

US 2004/0125618 A1 offenbart ein Stromrichtersystem, welches verschiedene Typen von elektrischen Stromquellen miteinander verbindet und einen definierten Typ von elektrischer Energie, zum Beispiel eine Standard-Netzspannungsversorgung für eine Last bereitstellt. Jede der elektrischen Stromquellen ist elektrisch von der Last und auch gegeneinander isoliert. Ein entsprechender Eingangswandler ist mit jeder Stromquelle verbunden.

Offenbarung der Erfindung

Die Erfindung schafft eine Schaltvorrichtung für eine Batterie, aufweisend:
- eine Steuerungseinrichtung; und

- Schalter; wobei mittels der von der Steuerungseinrichtung angesteuerten Schalter Zellen der Batterie variabel derart miteinander verschaltet werden können, dass eine Klemmenspannung der Batterie im Wesentlichen unabhängig von einem Ladezustand der Zellen ist.

Gemäß einem weiteren Aspekt wird mit der Erfindung ein Verfahren zum Verschalten von Zellen einer Batterie geschaffen, welches folgende Schritte aufweist:
- Ermitteln eines Ladezustands der Zellen; und
- Verschalten der Zellen der Batterie mittels Schaltern derart, dass eine Klemmenspannung der Batterie im Wesentlichen unabhängig von einem Ladezustand der Zellen ist.

Bevorzugte Weiterbildungen sind Gegenstand von Unteransprüchen.

Vorteile der Erfindung

Die der vorliegenden Erfindung zugrunde liegende Idee besteht darin, dass eine Klemmenspannung einer Batterie mit aufladbaren Zellen im Wesentlichen unabhängig von einem Ladezustand der Zellen sein soll. Durch das erfindungsgemäße Verschalten der Zellen kann die Batterie verbessert an einen Wechselrichter eines Gleichspannungserzeugers angebunden werden. Insbesondere wird durch die konstante Klemmenspannung der Batterie eine Konstanz einer Zwischenkreisspannung des Wechselrichters begünstigt. Dadurch kann der Wechselrichter der Batterie in vorteilhafter Weise leistungsoptimierter ausgelegt werden, beispielsweise kann ein Spannungshub des Wechselrichters geringer sein. Vorteilhaft können dadurch Wechselrichter für den Gleichspannungserzeuger weniger verlustbehaftet sein und kostengünstiger hergestellt werden.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der Schaltvorrichtung sieht vor, dass zum Ermitteln des Ladezustands elektrische Spannungen jeder einzelnen Zelle der Batterie ermittelt werden. Vorteilhaft können durch dieses Direktmessen der elektrischen Spannungen leistungsschwache Zellen vor einem vollständigen Entladen mit negativem Einfluss auf die Lebensdauer bewahrt werden. Des Weiteren kann durch Entladung aller Zellen auf den minimalen Ladezustand eine höhere Kapazität der Batterie genutzt werden.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Schaltvorrichtung sieht vor, dass Zellenmodule mit wenigstens einer Zelle miteinander verschaltet werden. Dadurch kann vorteilhaft ein vereinfachter Schaltermechanismus eingesetzt werden, da eine Anzahl der Zellenmodule in der Regel kleiner ist als eine Anzahl der Zellen.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der Schaltvorrichtung sieht vor, dass mittels der Schalter eine definierte Anzahl von Zellen in Serie und/oder parallel geschaltet werden können. Dadurch lassen sich vorteilhaft sehr flexible Schaltstrukturen bzw. Schaltverbunde von Zellen generieren, wodurch eine nach außen wirkende Klemmenspannung der Batterie sehr fein eingestellt werden kann.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der Schaltvorrichtung sieht vor, dass durch das Verschalten die Klemmenspannung der Batterie an eine Zwischenkreisspannung eines Wechselrichters eines Gleichspannungserzeugers angepasst wird. Dadurch wird die Batterie an einen optimalen Arbeitsbereich des Wechselrichters angepasst, wodurch der elektrische Wandler der Batterie vorteilhaft einen geringeren Spannungshub bewerkstelligen muss und dadurch leistungsschwächer dimensioniert werden kann.

Eine vorteilhafte Ausführungsform der Schaltvorrichtung sieht vor, dass die Schaltvorrichtung innerhalb der Batterie angeordnet ist. Dadurch ist vorteilhaft eine Verwendungsvielfalt einer mit einer erfindungsgemäßen Schaltvorrichtung ausgerüsteten Batterie erhöht.

Eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass für eine Häufigkeit des Verschaltens der Zellen und/oder ein Ausbilden eines Schaltverbunds der Zellen ein Ladezustand jeder einzelnen Zelle berücksichtigt wird. Dadurch wird vorteilhaft ein Ausbalancieren der Zellen bewirkt.

Eine bevorzugte Ausführungsform des Verfahrens sieht vor, dass elektrische Spannungen von jeder einzelnen Zelle oder von Zellenmodulen mit mehreren Zellen ermittelt werden. Dadurch wird einerseits eine Direktmessung der Zellenspannungen durchgeführt, wodurch eine Güte der einzelnen Zellen ermittelt wird. Alternativ wird eine Modulmessung an Zellenmodulen mit mehreren Zellen durchgeführt, wobei jeweils eine elektrische Spannung eines Schaltverbunds von Zellen gemessen wird. Aus einer Differenzbildung von Modulspannungen kann dabei auf Ladungszustände von Einzelzellen geschlossen werden.

Eine bevorzugte Ausführung des Verfahrens sieht vor, dass während des Verschaltens Zellen zyklisch aus dem Schaltverbund herausgenommen und in den Schaltverbund hineingenommen werden. Dadurch wird mittels eines Ringtauschs eine Regelmäßigkeit des Ladens und Entladens der Zellen unterstützt, weil keine Zelle für einen längeren Zeitraum komplett aus einem Lade-/Entladevorgang ausgeschlossen ist. Ein gleichmäßiger Ladungszustand und damit eine verlängerte Betriebsdauer der Zellen sind auf diese Weise unterstützt.

Eine bevorzugte Ausführungsform des Verfahrensverfahrens sieht vor, dass das Herausnehmen der Zellen aus dem Schaltverbund in Abhängigkeit vom Ladezustand der Zellen durchgeführt wird. Dies reduziert in vorteilhafter Weise noch weiter eine Ungleichverteilung von Ladezuständen der Zellen.

Eine vorteilhafte Weiterbildung des Verfahrens schlägt vor, dass eine Häufigkeit eines Änderns der Verschaltung der Zellen von einer Höhe eines Stroms innerhalb des Schaltverbunds abhängt. Dadurch wird vorteilhaft die Tatsache berücksichtigt, dass eine Änderung eines Ladezustands der Zelle von einer Stromstärke eines Ladestroms abhängt. Dadurch können Ladezustände der einzelnen Zellen zellenindividuell berücksichtigt werden.

Eine vorteilhafte Weiterbildung des Verfahrens sieht vor, dass stets eine definierte Anzahl von Zellen aus dem Schaltverbund ausgenommen bleibt, wobei die ausgenommenen Zellen zyklisch ausgetauscht werden. Dadurch wird erreicht, dass jeweils eine definierte Anzahl von Zellen im Schaltverbund vorgesehen ist, wodurch in Verbindung mit dem zyklischen Austauschen der ausgenommenen Zellen vorteilhaft ein gleichmäßiger Ladezustand der Zellen unterstützt ist.

Eine bevorzugte Ausführungsform des Verfahrens sieht vor, dass das zyklische Austauschen der Zellen umso schneller durchgeführt wird, je höher ein Lade/Entladestrom der Zellen ist. Dadurch wird vorteilhaft die Tatsache berücksichtigt, dass eine Debalancierung der Zellen in hohem Maße von einer Stromstärke abhängt. Somit kann auf diese Weise einer Debalancierung von Zellen entgegengewirkt werden.

Eine bevorzugte Ausführungsform des Verfahrens sieht vor, dass die Zellen derart verschaltet werden, dass die Zellen der Schaltverbunde eine möglichst große Anzahl von Zellen umfassen. Dadurch wird vorteilhaft eine maximale Anzahl von Zellen in den

Schaltverbund aufgenommen, wodurch eine maximal Anzahl von Zellen am Lade/Entladevorgang beteiligt wird. Vorteilhaft wird dadurch ein gleichmäßiger Ladezustand der Zellen unterstützt.

Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend anhand von Ausführungsformen mit Bezug auf die Figuren erläutert. Dabei bilden alle beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Patentansprüchen oder deren Rückbeziehung, sowie unabhängig von ihrer Formulierung bzw. Darstellung in der Beschreibung bzw. in den Figuren. Die Figuren sind vor allem dazu gedacht, die erfindungswesentlichen Prinzipien zu verdeutlichen. In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche bzw. funktionsgleiche Elemente.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Es zeigen:

Fig. 1a eine Konfiguration mit einem Gleichspannungserzeuger und einer Batterie gemäß Stand der Technik;

Fig. 1b eine weitere Konfiguration mit einem Gleichspannungserzeuger und einer Batterie gemäß Stand der Technik;

Fig. 2 eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Schaltvorrichtung;

Fig. 3a eine Konfiguration eines erfindungsgemäßen Schaltverbunds von Zellen einer Batterie;

Fig. 3b eine weitere Konfiguration eines erfindungsgemäßen Schaltverbunds von Zellen einer Batterie; und

Fig. 4 eine Konfiguration eines Gleichspannungserzeugungssystems, in welchem die erfindungsgemäße Schaltvorrichtung verwendet wird.

Ausführungsformen der Erfindung

Fig. 1a ist eine stark vereinfachte, prinzipielle Darstellung eines herkömmlichen Systems mit einem Gleichspannungserzeuger 4 und einer wiederaufladbaren Batterie 2. Der Gleichspannungserzeuger 4 kann beispielsweise als eine Photovoltaikanlage mit mehreren Paneelen ausgebildet sein, welche eine Gleichspannung generieren und diese zu einer Umwandlung in einen Wechselrichter 5 einspeisen. Der Wechselrichter 5 weist intern einen DC/DC-Wandler 5a (Gleichspannungswandler) und einen AC/DC Wandler 5b (Gleichspannungs/Wechselspannungswandler) auf, wobei zwischen dem DC/DC Wandler 5a und dem die AC/DC Wandler 5b ein Zwischenkreis 6 angeordnet ist. Eine Ausgangsspannung des Wechselrichters 5 speist ein elektrisches Netz 8 (z.B. ein Wechselspannungsnetz eines Haushalts) und/oder versorgt elektrische Verbraucher.

Weiterhin ist im System eine Batterie 2 mit wiederaufladbaren Zellen (nicht dargestellt) vorgesehen, welche eine Gleichspannung in einen Wechselrichter 5 einspeist, wobei eine Ausgangsspannung des Wechselrichters 5 ebenfalls das Netz 8 speist und/oder elektrische Verbraucher versorgt. Der Wechselrichter 5 der Batterie 2 umfasst einen bidirektionalen (Stromfluss in zwei Richtungen möglich) AC/DC-Wandler 5b und einen DC/DC-Wandler 5a zu einer Einstellung der momentan erforderlichen Lade- oder Entladespannung für die Batterie 2.

In einer alternativen herkömmlichen Konfiguration gemäß Fig. 1b wird die Batterie 2 über einen DC/DC-Wandler 5a direkt mit einem Zwischenkreis 6 des Wechselrichters 5 des Gleichspannungserzeugers 4 verbunden. Auf diese Art und Weise benötigt man gegenüber der Konfiguration von Fig. 1a einen Wandler weniger.

Nachdem eine Klemmenspannung U_k der Batterie 2 je nach Batterietechnologie in hohem Maße von einem Ladezustand der einzelnen Zellen der Batterie 2 abhängt, muss der DC/DC-Wandler 5a unter Umständen hohe Spannungshübe ausführen, um ein erforderliches Spannungsniveau für den Zwischenkreis 6 des Wechselrichters 5 bereitzustellen. Um also den DC/DC-Wandler 5a der Batterie 2 hinsichtlich eines Schaltungsaufwands und einer Effizienz über einen Arbeitsbereich optimiert auslegen zu können, ist eine möglichst konstante Ein- und Ausgangsspannung seitens der Batterie 2 wünschenswert.

Erfindungsgemäß ist deshalb vorgesehen, dass eine Schaltvorrichtung bzw. ein Schaltmechanismus bereitgestellt wird, welche mittels einer variablen, dynamischen Verschaltung der Zellen der Batterie 2 eine möglichst konstante Klemmenspannung der Batterie 2 bereitstellt.

Fig. 2 zeigt eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Schaltvorrichtung. Die Schaltvorrichtung 10 umfasst eine Steuerungseinrichtung 1 (beispielsweise einen Mikrocontroller), mittels der eine Vielzahl von Schaltern S (z.B. elektronische Schalter) angesteuert und betätigt werden können. Mittels der Schalter S und der Steuerungseinrichtung 1 können die Zellen Z variabel derart miteinander verschaltet werden, dass eine Klemmenspannung U_k der Batterie 2 im Wesentlichen unabhängig von Ladezuständen der Zellen Z ist.

Es ist bekannt, dass eine elektrische Spannung von wiederaufladbaren Batteriezellen stark von ihrem aktuellen Ladezustand abhängt. Beispielsweise beträgt eine elektrische Zellenspannung einer Lithium-Ionen-Zelle im entladenen Zustand ca. 2,5 V und im geladenen Zustand ca. 4,2 V. Dadurch ist eine elektrische Gesamtspannung von mehreren verschalteten Zellen Z nachteilig in hohem Maße von den Ladezuständen der einzelnen Zellen Z abhängig.

Um diesem Umstand entgegenzuwirken, wird mittels der Schalter S eine Schaltstruktur bzw. ein Schaltverbund 7 der Zellen Z derart ausgestaltet und nach aktuellen Erfordernissen adaptiert, dass eine Klemmenspannung U_k der Batterie 2 möglichst konstant ist. Zu diesem Zweck wird ein Ladezustand der einzelnen Zellen Z ermittelt. Beispielsweise kann dies mittels einer Ermittlungseinrichtung (nicht dargestellt) erfolgen, wobei elektrische Spannungen der einzelnen Zellen Z ermittelt werden oder elektrische Spannungen von Zellenmodulen 3 mit mehreren Zellen Z. Lediglich beispielhaft sind in Fig. 2 zwei Zellenmodule 3 dargestellt. Dadurch kann für das erfindungsgemäße Verschalten der individuelle Ladezustand jeder einzelnen Zelle Z berücksichtigt werden. Die Zellenmodule 3 können im Extremfall aus einzelnen Zellen Z bestehen. Ein weiterer Extremfall ist die Messung der Gesamtspannung und einen Neuverschaltung alleinig mit dieser Information.

Die Zellenmodule 3 werden auf unterschiedliche Weise parallel oder seriell miteinander verschaltet, um dadurch mit der Klemmenspannung U_K der Batterie 2 einem optimalen Betriebspunkt des DC/DC-Wandlers 5a möglichst nahe zu kommen, bzw. innerhalb von

vorbestimmten, engen Spannungsgrenzen des DC/DC-Wandlers 5a zu bleiben. Die gesamte Verschaltung findet dynamisch statt, entsprechend der beim Laden ansteigenden bzw. beim Entladen abfallenden Spannung der Zellen Z. Beispielsweise kann dabei im Sub-Sekunden-, Sekunden-, Minuten- oder Stundentakt geschaltet werden. Mittels der Schalter S ist somit eine nahezu unbegrenzte Vielzahl von möglichen Schaltstrukturen mit Zellen Z denkbar. Beispielsweise können Zellen Z und/oder Zellenmodule 3 seriell und/oder parallel verschaltet werden. Durch Überbrücken von Zellen Z mittels der Schalter S werden Zellenspannungen für eine Gesamtspannung nicht berücksichtigt. Lediglich exemplarisch ist in Fig. 2 eine Parallelschaltung von Strängen mit mehreren in Serie geschalteten Zellen Z dargestellt, wobei Z_{11} eine erste Zelle in einer ersten Spalte definiert, Z_{12} eine zweite Zelle in der ersten Spalte, usw.

Um eine Vergleichmäßigung des Ladezustands der einzelnen Zellen Z zu erreichen, ist es vorzugsweise vorgesehen, dass einzelne Zellen Z zyklisch jeweils aus dem Schaltverbund 7 herausgenommen bzw. in den Schaltverbund 7 hineingenommen werden. Auf diese Weise wird keine der Zellen Z auf Dauer von einem Laden/ Entladen ausgeschlossen. Das zyklische Durchtauschen der Zellen Z sollte vorzugsweise umso schneller geschehen, je höher der Lade-/Entladestrom ist, weil sich mit höheren Strömen schneller eine Debalancierung der Zellen Z einstellen kann. Vorzugsweise sollte jeweils eine maximale Anzahl von Zellen Z im Schaltverbund 7 vorhanden sein, sodass auf diese Weise möglichst viele Zellen Z an den Lade-/Entladevorgängen beteiligt sind, was einen gleichmäßigen Ladezustand möglichst vieler Zellen Z begünstigt.

Anhand von zwei prinzipiellen Schaltverbunden 7 von Zellen Z wird anhand der Figuren 3a und 3b die dynamische Wirkungsweise des Schaltens prinzipiell erläutert, wobei zu einer besseren Übersicht die Schalter S nicht dargestellt sind. Fig. 3a zeigt insgesamt sechs Zellen, die in zwei Zellenmodulen 3 derart verschaltet sind, dass zwei Stränge aus jeweils drei seriell geschalteten Zellen Z parallel geschaltet sind. Eine einzelne Zelle Z_{mn} wird in periodischen Abständen jeweils aus dem Schaltverbund 7 herausgenommen und wieder in den Schaltverbund 7 hineingenommen.

Fig. 3b stellt prinzipiell dar, dass aufgrund von sich ändernden Ladezuständen und dadurch steigenden elektrischen Spannungen an den Zellen Z nunmehr in einem Schaltschritt der Schaltverbund 7 derart geändert wird, dass nur noch jeweils zwei Zellen Z in Serie geschaltet sind, wobei jeweils zwei Zellen Z in drei parallelgeschalteten Strängen angeordnet sind. Eine Zelle Z_{mn} wird wiederum zyklisch aus dem Schaltverbund

7 herausgenommen, wobei vorgesehen ist, dass die ausgenommenen Zellen Z_{mn} innerhalb des Schaltverbunds 7 zyklisch durchgetauscht werden, sodass jeweils in periodischen Abständen eine andere Zelle Z aus dem Schaltverbund 7 herausgenommen wird. Dadurch kann vorteilhaft ein sehr gleichmäßiger Ladezustand der Zellen Z erreicht werden.

Beim Laden können Zellen Z mit höherem Ladezustand zeitweise weggeschaltet werden, und sich auf diese Weise an die anderen Zellen Z mit dem höchsten Ladezustand anzunähern. Gleiches kann auch beim Entladen durch zeitweises Herausnehmen der am wenigsten geladenen Zellen Z erreicht werden.

Ein in den Figuren nicht dargestelltes Beispiel des erfindungsgemäßen Verschaltens kann mit hundert Zellen Z durchgeführt werden. Bei einer niedrigen elektrischen Spannung wird eine parallele Verschaltung von zehn Strängen zu jeweils zehn seriell geschalteten Zellen Z durchgeführt. Mit steigender Spannung wird der Schaltverbund 7 in eine parallele Verschaltung von elf Strängen mit jeweils neun seriell geschalteten Zellen Z geändert, wobei jeweils eine einzelne Zelle Z alternierend herausgeschaltet wird. Mit weiter steigender Spannung werden zwölf Stränge zu je acht seriell geschalteten Zellen Z parallel geschaltet, wobei alternierend jeweils vier Zellen herausgeschaltet werden. Schließlich werden vierzehn Stränge zu je sieben seriell geschalteten Zellen parallel geschaltet, wobei alternierend jeweils zwei Zellen Z aus dem Schaltverbund 7 herausgeschaltet werden.

Man erkennt also, dass auf diese Weise mit unterschiedlichen Schaltverbunden 7 eine im Wesentlichen konstante Gesamtspannung des Schaltverbunds 7 bzw. Klemmenspannung U_k der Batterie 2 erreicht werden kann. Durch das zyklische Durchtauschen von einzelnen Zellen Z wird verhindert, dass einzelne Zellen Z ungleichmäßig geladen/entladen werden. Damit wird erreicht, dass alle Zellen Z der Batterie 2 im Wesentlichen auf dem gleichen Spannungsniveau und somit im Wesentlichen auf dem gleichen Ladezustand bleiben.

Wenn die Zellen Z zu Zellenmodulen 3 zusammengefasst und die Zellenmodule 3 gemäß den oben beschriebenen Prinzipien verschaltet werden, kann zwar unter Umständen nicht die gleiche Spannungskonstanz wie mit einzelnen Zellen Z erreicht werden. Dies ist dadurch begründet, dass jedes Zellenmodul 3 durch das Verschalten von Zellen Z eine höhere Spannung besitzt als die einzelne Zelle Z. Allerdings kann auf diese Weise eine Anzahl von Schaltern S bedeutsam verringert sein.

Fig. 4 zeigt eine prinzipielle Gesamtanordnung eines Gleichspannungserzeugungssystems, in welchem die erfindungsgemäße Schaltvorrichtung 10 verwendet werden kann. Man erkennt, dass mehrere seriell geschaltete Gleichspannungserzeuger 4 in einen Wechselrichter 5 einspeisen, wobei die Gesamtanordnung strangweise mit weiteren Gleichspannungserzeugern 4 erweiterbar ist. Der Gleichspannungserzeuger 4 kann beispielsweise alternativ auch als eine Kraft-Wärme-Kopplung.

In einer denkbaren Variante kann auch gänzlich auf den DC/DC-Wandler 5a der Batterie 2 verzichtet werden, wodurch die Batterie 2 direkt in den Zwischenkreis 6 des Wechselrichters 5 einspeist. Für die Ankopplung der Batterie 2 direkt am Wechselrichter-Zwischenkreis 6 ist aus Sicht des DC/DC-Wandlers 5a eine konstante Zwischenkreisspannung optimal. Diese sollte der maximal zulässigen Zwischenkreisspannung entsprechen, die die Leistungshalbleiter der Wandler 5a, 5b des Wechselrichters 5 des Gleichspannungserzeugers noch sicher beherrschen können (z.B. ca. 450 V für 600 V-Halbleiter). Auf diese Weise kann panelseitig die maximale Variabilität der Spannung der Gleichspannungserzeuger 4 sichergestellt werden, da die Panelspannung immer kleiner oder gleich der Zwischenkreisspannung sein muss. Zudem kann dadurch vorteilhaft ein teurer Zwischenkreiskondensator für den Zwischenkreis 6 eingespart werden.

Um die Zwischenkreisspannung des Wechselrichters 5 nahezu konstant zu halten und trotzdem alle Zellen der Batterie 2 gleichmäßig zu laden/zu entladen, werden die Zellen in der Batterie 2 wie oben beschrieben variabel und dynamisch verschaltet. Eine definierte Anzahl von Zellen Z hat im entladenen Zustand eine definierte Gesamtspannung. Diese Spannung soll während des Ladens/Entladens der Batterie 2 konstant gehalten werden. Zu diesem Zweck werden beim Laden nach und nach weniger Zellen Z in Serie geschaltet. Die elektrische Spannung der einzelnen Zelle steigt bei der Ladung an, wodurch weniger Zellen in Serie geschaltet werden müssen, um die definierte Batteriespannung zu halten. Umgekehrt werden bei einem Entladevorgang nach und nach mehr Zellen Z in Serie geschaltet, bis im vollständig entladenen Zustand wieder alle Zellen Z in Serie geschaltet sind und damit eine definierte Gesamtspannung erreicht ist.

In einer denkbaren Alternative ist es möglich, dass die Steuerungseinrichtung 1 den DC/DC-Wandler 5a des Gleichspannungserzeugers 4 ansteuert, beispielsweise indem sie den Gleichspannungserzeuger 4 instruiert, eine höhere Zwischenkreisspannung bereitzustellen, um dadurch die Batterie 2 aufzuladen. Auf diese Weise kann eine

effiziente Kooperation zwischen der erfindungsgemäßen Schaltvorrichtung 10 und dem Wechselrichter 5 des Gleichspannungserzeugers 4 erreicht werden.

Zusammenfassend wird mit der vorliegenden Erfindung eine verbesserte Konstanz einer Klemmenspannung einer Batterie durch ein variables Verschalten von Zellen der Batterie bereitgestellt. Vorteilhaft kann mittels der Erfindung eine erforderliche Ausgangsspannung des DC/DC-Wandlers der Batterie in einem engen Spannungsbereich gehalten werden. Auf diese Weise kann die erfindungsgemäße Schaltvorrichtung zur effizienten energetischen Unterstützung eines Gleichspannungserzeugungssystems verwendet werden und dadurch eine Betriebsdauer der Zellen erhöht sein. Aufgrund der verringerten Leistungsanforderungen an den DC/DC-Wandler der Batterie kann dieser vorteilhaft mit geringeren Verlusten behaftet sein und in einer kompakteren Bauform hergestellt werden. Vorteilhaft wird mittels der Erfindung ein die Betriebsdauer verlängerndes Zellen-Ausbalancieren (engl. cell balancing, Erreichen des gleichen Ladezustands aller Zellen) durchgeführt.

Obwohl die vorliegende Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele beschrieben wurde, ist sie darauf nicht beschränkt. Insbesondere sind die genannten Schaltstrukturen nur beispielhaft und nicht auf die erläuterten Beispiele beschränkt. Die Erfindung lässt sich auch auf andere Batterietypen, beispielsweise auf Pb-Akkus oder Ni-Metallhydrid-Akkus anwenden.

Der Fachmann wird also die Merkmale der Erfindung geeignet abändern oder miteinander kombinieren, ohne vom Kern der Erfindung abzuweichen.

Ansprüche

1. Schaltvorrichtung (10) für eine Batterie (2), aufweisend:
- eine Steuerungseinrichtung (1); und
- Schalter (S); wobei mittels der von der Steuerungseinrichtung (1) angesteuerten Schalter (S) Zellen (Z) der Batterie (2) variabel derart miteinander verschaltet werden können, dass eine Klemmenspannung der Batterie (2) im Wesentlichen unabhängig von einem Ladezustand der Zellen (Z) ist.

2. Schaltvorrichtung nach Anspruch 1, wobei zum Ermitteln des Ladezustands elektrische Spannungen jeder einzelnen Zelle (Z) der Batterie (2) ermittelt werden.

3. Schaltvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei Zellenmodule (3) mit wenigstens einer Zelle (Z) miteinander verschaltet werden.

4. Schaltvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei mittels der Schalter (S) eine definierte Anzahl von Zellen (Z) in Serie und/oder parallel geschaltet werden können.

5. Schaltvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei durch das Verschalten die Klemmenspannung der Batterie (2) an eine Zwischenkreisspannung eines Wechselrichters (5) eines Gleichspannungserzeugers (4) angepasst wird.

6. Schaltvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Schaltvorrichtung (10) innerhalb der Batterie (2) angeordnet ist.

7. Verfahren zum Verschalten von Zellen (Z) einer Batterie (2), mit den Schritten:
- Ermitteln eines Ladezustands der Zellen (Z); und
- Verschalten der Zellen (Z) der Batterie (2) mittels Schaltern (S) derart, dass eine Klemmenspannung der Batterie (2) im Wesentlichen unabhängig von einem Ladezustand der Zellen (Z) ist.

8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei für eine Häufigkeit des Verschaltens der Zellen (Z) und/oder ein Ausbilden eines Schaltverbunds (7) der Zellen (Z) ein Ladezustand jeder einzelnen Zelle (Z) berücksichtigt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, wobei elektrische Spannungen von jeder einzelnen Zelle (Z) oder von Zellenmodulen (3) mit mehreren Zellen (Z) ermittelt werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei während des Verschaltens Zellen (Z) in zyklischen Abständen aus dem Schaltverbund (7) herausgenommen und in den Schaltverbund (7) hineingenommen werden.

11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei das Herausnehmen der Zellen (Z) aus dem Schaltverbund (7) in Abhängigkeit vom Ladezustand der Zellen (Z) durchgeführt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 11, wobei eine Häufigkeit eines Änderns der Verschaltung der Zellen (Z) von einer Höhe eines Stroms innerhalb des Schaltverbunds (7) abhängt.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, wobei stets eine definierte Anzahl von Zellen (Z) aus dem Schaltverbund (7) ausgenommen bleibt, wobei die ausgenommenen Zellen (Z) zyklisch ausgetauscht werden.

14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei das zyklische Austauschen der Zellen (Z) umso schneller durchgeführt wird, je höher ein Lade/Entladestrom der Zellen (Z) ist.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 14, wobei die Zellen (Z) derart verschaltet werden, dass der Schaltverbund (7) eine möglichst große Anzahl von Zellen (Z) umfasst.

Fig. 1a

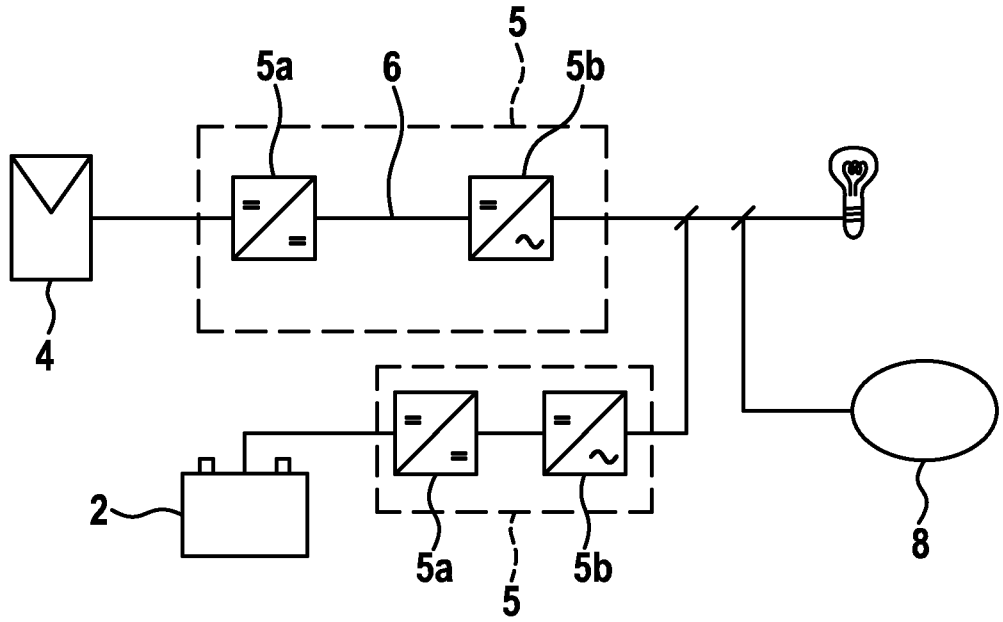


Fig. 1b

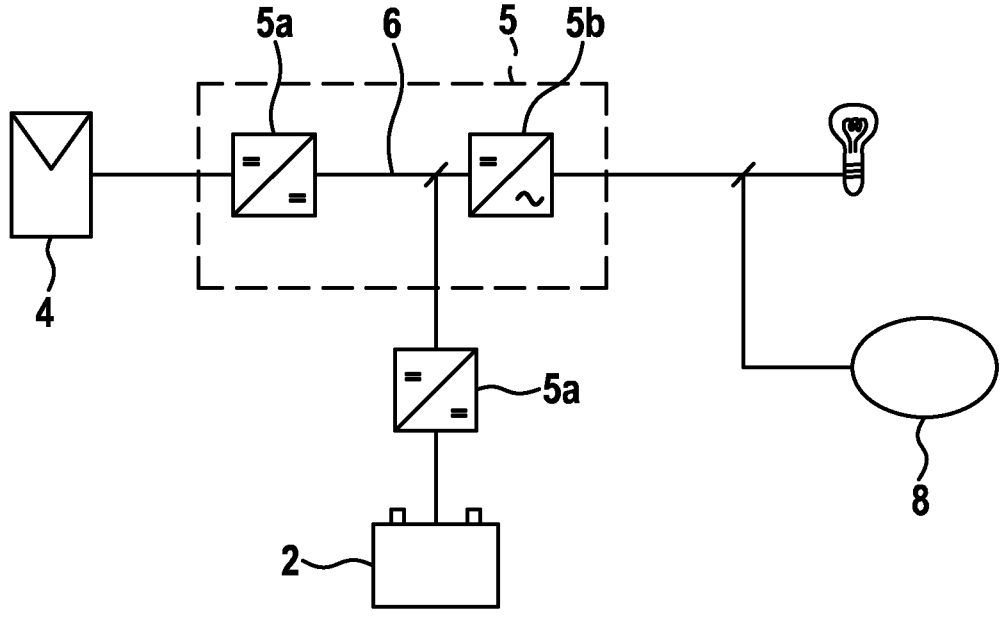


Fig. 2

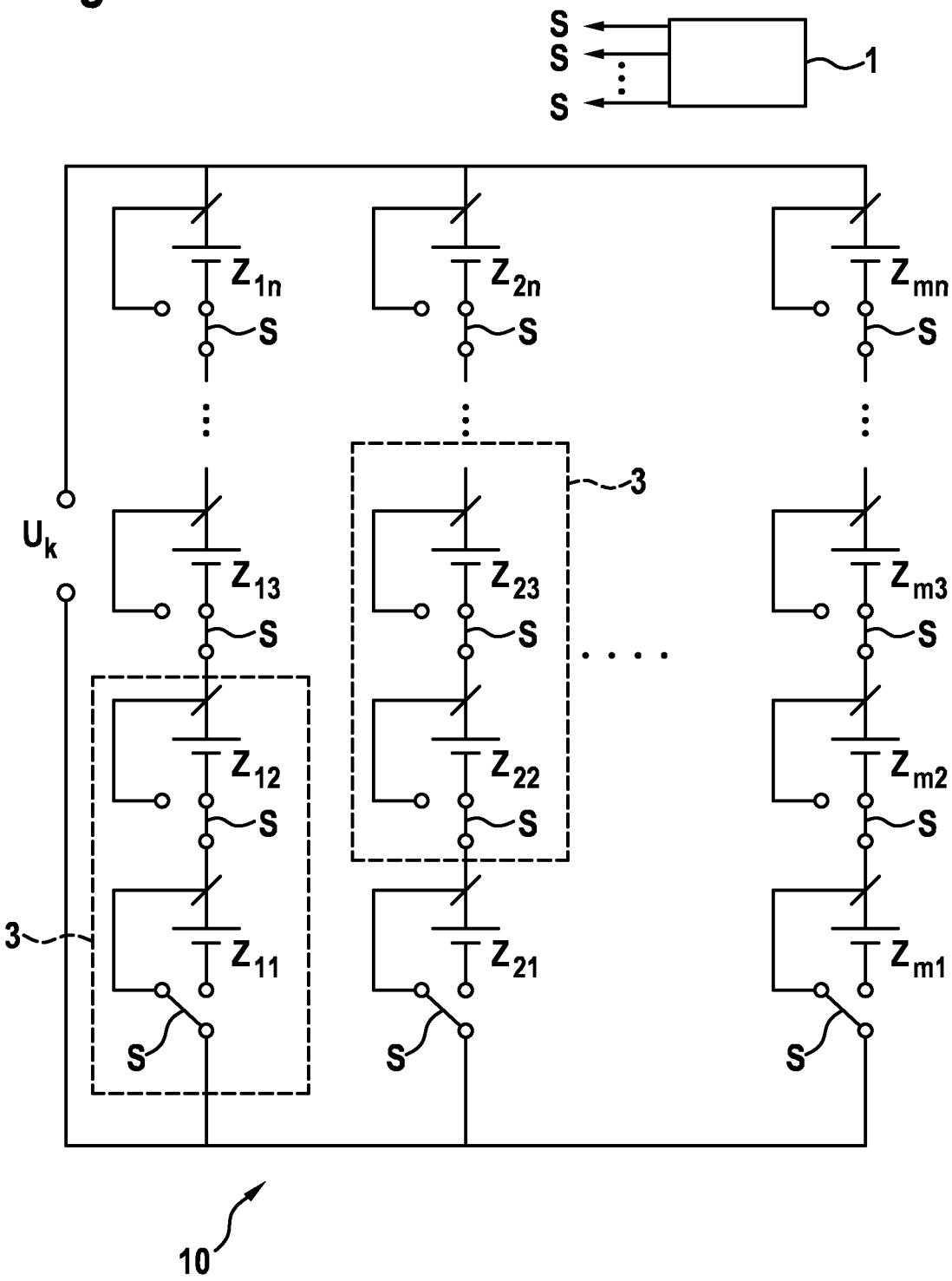


Fig. 3a

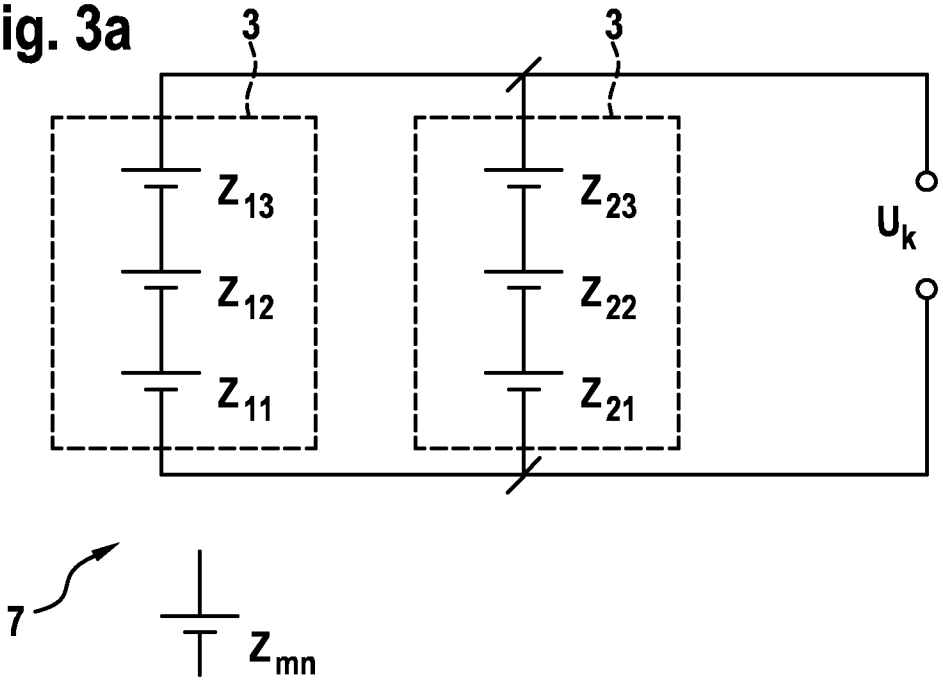
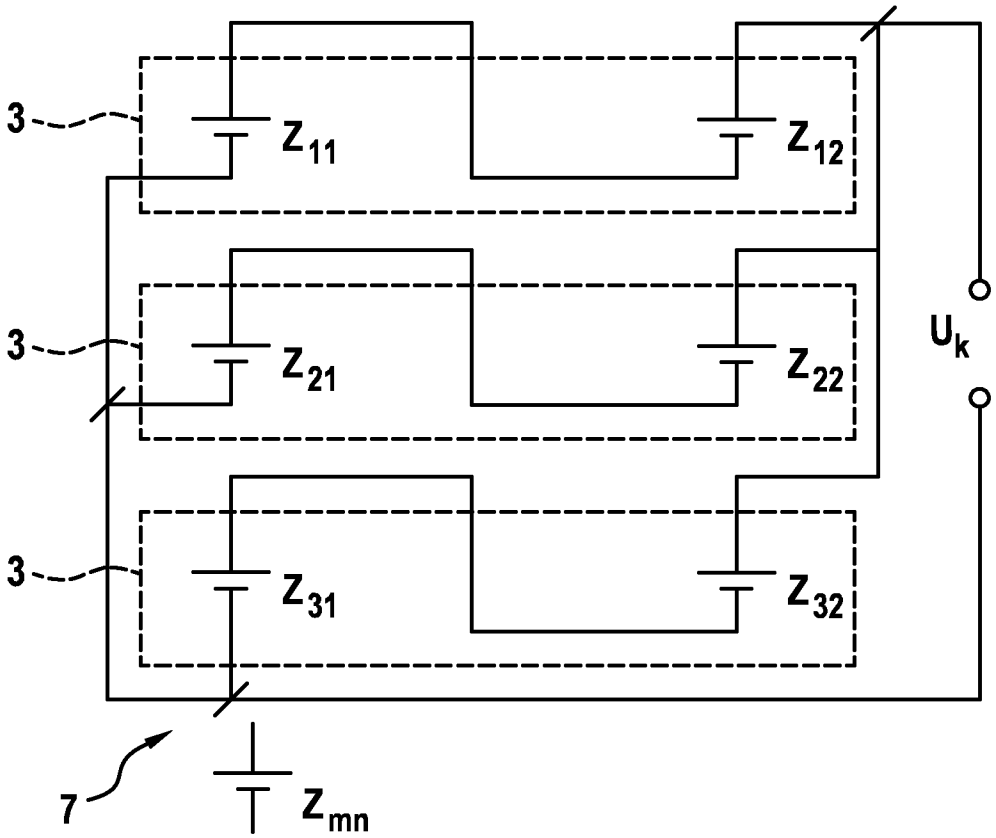

3
3
Z13
Z12
Z11
Z23
Z22
Z21
Uk
7
Zmn

Fig. 3b


3
3
3
Z11
Z12
Z21
Z22
Z31
Z32
Uk
7
Zmn

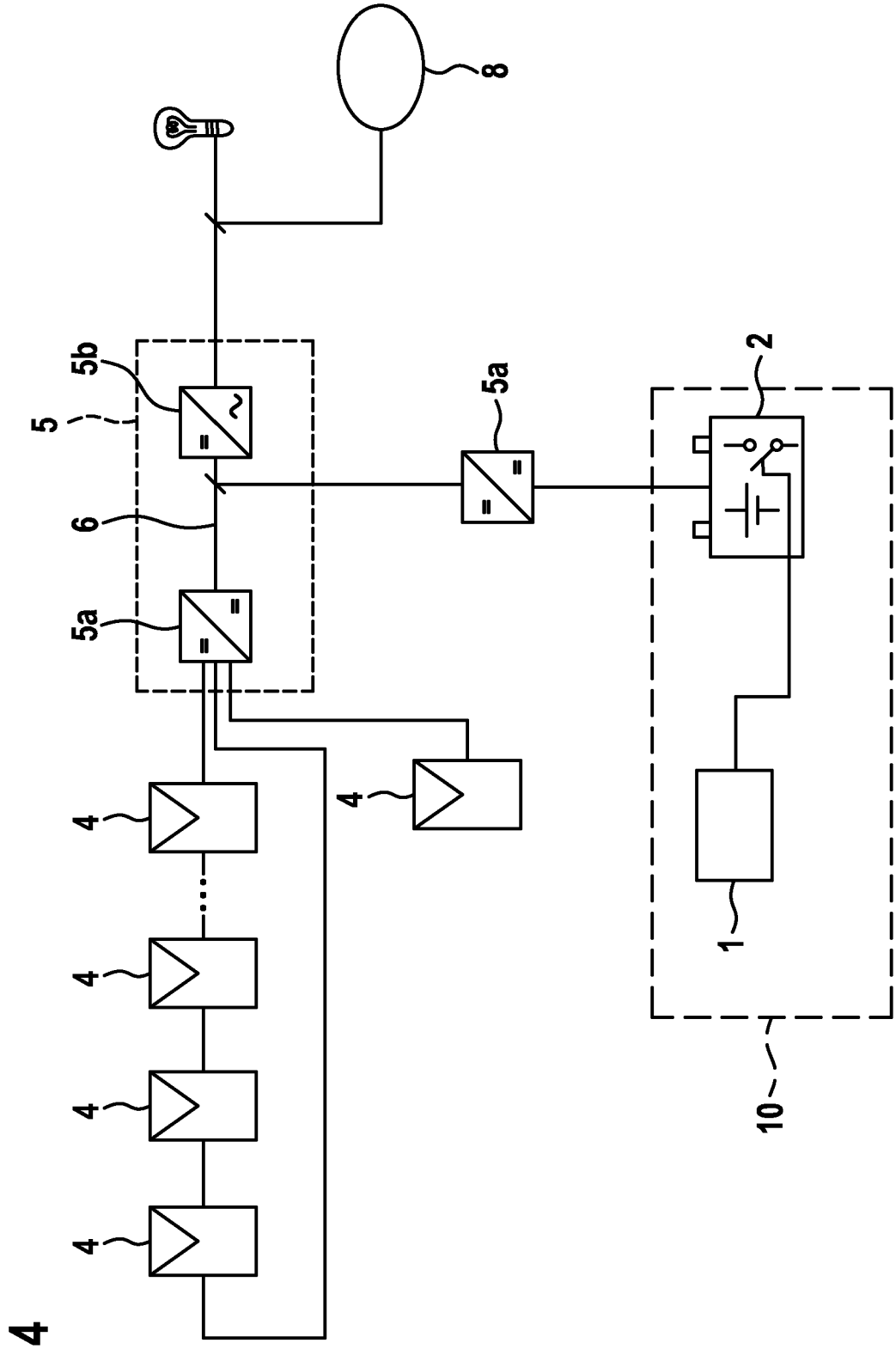


Fig. 4